

MENU | **SEARCH** | **INDEX** | **JAPANESE** | **LEGAL STATUS**

1 / 1

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 58-056332
 (43) Date of publication of application : 04. 04. 1983

(51) Int. Cl.

H01L 21/30

(21) Application number : 56-153806

(71) Applicant : HITACHI LTD

(22) Date of filing : 30. 09. 1981

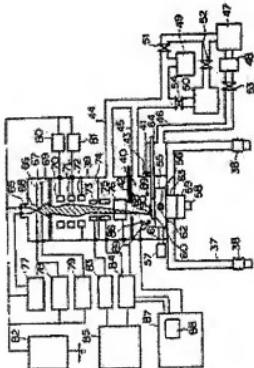
(72) Inventor : YAMAGUCHI HIROSHI
 MIYAUCHI TAKEOKI
 SHIMASE AKIRA
 HONGO MIKIO

(54) CORRECTION OF DEFECT IN MASK AND DEVICE THEREOF

(57) Abstract:

PURPOSE: To perform correction of a defect of a mask with favorable precision by a method wherein an ion beam is extracted from a high luminous ion source, the beam is condensed into a minute spot by a charged particle optical system, and a black point defect in the mask is irradiated to be removed.

CONSTITUTION: The mask 90 having the black point defect is put in a sample chamber 40 and is put on a loading desk 55, and the chamber is depressurized to a vacuum. Then the ion beam 68 of low accelerating voltage is extracted from the high luminous ion source of liquid metal ion source, electric field ionization type ion source to operate at an extremely low temperature, etc. The sample 90 is scanned with the spot 68' thereof, while the surface of sample is magnifiedly indicated on a Braun tube 88 to observe the black point defect in the sample. Then the beam 68 is extracted to be condensed by electrostatic lenses 70, 71, 72 applying a negative voltage to a beam extracting electrode 67, the spot 68' is irradiated to the black point defect in the sample 90 making the beam to be deflected by deflecting electrodes 75, 76, and defect correction of the mask is performed.



⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A)

昭58-56332

⑫ Int. Cl.⁸
H 01 L 21/30

識別記号

府内整理番号
7131-5F

⑬ 公開 昭和58年(1983)4月4日

発明の数 4
審査請求 未請求

(全 14 頁)

⑭ マスクの欠陥修正方法とその装置

⑮ 発明者 鳩添朗

横浜市戸塚区吉田町292番地株
式会社日立製作所生産技術研究
所内

⑯ 特願 昭56-153806

⑯ 発明者 木村幹雄

横浜市戸塚区吉田町292番地株
式会社日立製作所生産技術研究
所内

⑰ 出願 昭56(1981)9月30日

⑰ 出願人 株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内1丁目5
番1号

⑱ 発明者 山口博司
横浜市戸塚区吉田町292番地株
式会社日立製作所生産技術研究
所内

⑱ 代理 人 弁理士 秋本正実

明細書

発明の名称 マスクの欠陥修正方法とその装置
特許請求の範囲

1. 液体金属イオン源、極低圧で動作する電界電離型のイオン源等の高輝度のイオン源からイオンビームを引出し、該イオンビームを荷電粒子光学系により微小なスポットに集束し、試料であるマスクの黒点欠陥に照射し、該黒点欠陥を除去することを特徴とするマスクの欠陥修正方法。

2. 液体金属イオン源、極低圧で動作する電界電離型のイオン源等の高輝度のイオン源からイオンビームを引出し、該イオンビームを荷電粒子光学系により微小なスポットに集束するとともに、イオンビームの電流によるスポットの乱れを防止しつつマスクの黒点欠陥に照射し、該黒点欠陥を除去することを特徴とするマスクの欠陥修正方法。

3. 前記イオンビームをマスクの黒点欠陥の大きさよりも小さいスポットに集束し、該スポットをマスクの黒点欠陥に照射するとともに走査させることを特徴とする特許請求の範囲第1項または

第2項記載のマスクの欠陥修正方法。

4. 真空容器内に試料室を形成し、試料室にマスクを収容する駆動台を設け、同真空容器内に試料室に対峙させて液体金属イオン源または極低圧で動作する電界電離型のイオン源等の高輝度のイオン源を設けるとともに、少なくとも、前記イオン源からイオンビームを引出す手段と、引出されたイオンビームをスポットに集束する荷電粒子光学系と、イオンビームの出力や安定性、スポット径、スポットの照射方向を制御し、マスクの黒点欠陥にスポットを照射させる手段とを収容したことを特徴とするマスクの欠陥修正装置。

5. 真空容器内に試料室を形成し、試料室にマスクを収容する駆動台を設け、同真空容器内に試料室に対峙させて液体金属イオン源または極低圧で動作する電界電離型のイオン源等の高輝度のイオン源を設けるとともに、少なくとも、前記イオン源からイオンビームを引出す手段と、引出されたイオンビームをスポットに集束する荷電粒子光学系と、イオンビームの出力や安定性、スポット

トの照射方向を制御し、マスクの黒点欠陥にスポットを照射させる手段とを設置し、さらにイオンビームの電荷によるスポットの乱れを防ぐ手段を受けたことを特徴とするマスクの欠陥修正装置。

6. 前記スポットの乱れを防ぐ手段は、イオンビームを電気的に中和するように構成されていることを特徴とする特許請求の範囲第5項記載のマスクの欠陥修正装置。

7. 前記スポットの乱れを防ぐ手段は、マスクの配線パターンを通じてイオンビームの電荷を外部に放出させるように構成されていることを特徴とする特許請求の範囲第5項記載のマスクの欠陥修正装置。

発明の詳細な説明

本発明は、半導体集積回路のマスクの欠陥修正方法とこの方法を実施するための装置に関する。

近年、半導体集積回路(IC)は微細化・高集成化が著しく進み、配線パターンの寸法は3ミクから2ミクへと移行しつつあり、数年後には1~1.5ミクマートンの実現が予測されている。これに伴い、マ

スクに発生する欠陥の修正についても、高度の技術が要望される。

第1図、第2図にフォトマスクの断面図とその平面図を示す。これらの図に示されるフォトマスクは、ガラス基板1の上にCrなどの金属材料、酸化鉄のとき金属化合物材料など、遮光用の光に対する透過率の低い材料の層(厚さ約100nm~約1000nm)を蒸着し、フォトエッチング技術により所定の配線パターン(以下、パターンと略称)3を形成している。なお、第1図中、Aはパターンの開路、Bはパターンの端である。このようなフォトマスクには、パターン形成工程等で黒点欠陥4、5および白点欠陥6が発生するのが普通である。これは主としてフォトエッチング工程における異物の介在による。前記黒点欠陥4、5は、この例では金属Crが本来存在してはならない場所に存在するものである。前記白点欠陥6は、本来存在すべき場所の金属Crが欠落したものである。このような欠陥のあるフォトマスクをそのまま使用すれば、この欠陥がそのままウエハ上の素子パターンに伝写され、ICの不良を生じる。

第3図に従来技術によるレーザによるマスク修正装置の概略を示す。

この従来技術では、レーザ発振器8から出力レーザビーム9は反対ミラー10により反射され、半透過ミラー11を通してした後、レンズ12で集光され、駆動軟物台13の上に設置されたフォトマスク14上の黒点欠陥15に照射され、黒点欠陥15を除去する。ハーフミラー16、原光原鏡17、回面ミラー18、コンデンサレンズ19からなる照明光学系は、試料表面を照らすためのものである。また、レンズ20、21よりなる観察光学系は、試料を観察し、これにより駆動軟物台13を動かして黒点欠陥15の位置を確認し、集光されたレーザが黒点欠陥15に正確に照射されるようにするものである。

ところで、3ミクパターンの配線を修正するためには、修正精度、すなわち修正時に除去された部

分の寸法精度は士1μが要求され、これには集光したレーザスポット径として1μ以下が必要となる。これは、短波長レーザを用いることにより十分対応できる。

しかしながら、レーザビームによるスポット径の微細化には屈折限界のため下限があり、0.5μm程度が限界であると考えられる。これはレーザによる集束の限界であり、レーザ加工によるマスク修正技術によつては、より微細なパターンに対応できないことを示す。すなわち、1~1.5ミクパターンおよびそれ以下の配線のICにおいては、マスクの欠陥は0.3~0.5μm以上のものが欠陥とされ、最小修正単位はこれ以下のものが要求される。しかし、前述のごとき集束限界のため、従来のレーザ加工技術ではこれに対応できないことがわかる。

以上の説明は、可視・紫外光を用いて露光のためのフォトマスクの修正についてである。パターンの微細化が進めば、回折・散乱などの問題を有する光によるフォトエッチング技術にては精度の良い微細加工ができないため、回折・散乱の少な

い X 線や、平行束のイオンビームによる露光が用いられると考えられる。

第4図(i)～(iv)は X 線露光用マスクの一例を示す。まず、第4図(i)に示すとく厚さ数 100 μ の Cr 30 の Si 基板 23 上に厚さ数 μ のパリレン 24 を形成し、さらにその上に厚さ数 100 μ の Cr 席板 25、その上に X 線の吸収体として厚さ数 1000 μ の Au 席板 26 を形成する。この上にさらに厚さ数 1000 μ の PMMA レジスト 27 を塗布する。ついで、電子ビーム露光機による掩蔽により、この上に必要なパターンを掩蔽露光し、現像処理を行なうと、PMMA レジスト 27 に第4図(iv)に示すような構造 28、29 が形成される。この PMMA レジスト 27 にあらわれた構造 28、29 を用い、リフォックス法により第4図(v)に示すような厚さ約 1000 μ の Cr 30 のイターンが形成される。すなわち、第4図(v)に示す形状に対しても、上面に Cr 30 を厚さ約 1000 μ に高層した後、PMMA レジスト 27 を剥離液で処理して剥離すれば、PMMA レジスト 27 の上に残っている Cr 30 は PMMA レジスト 27 とともに除去され、Cr 30 のイターンが

生じる。この後、この Cr 30 の薄膜レジストとしてイオンビームエッチングを行ない、Cr 30 のない部分の Au 26 の薄膜を除去し、第4図(vi)に示すものを形成する。さらに、背面から Si 基板 23 を大きくエクシングし、支持に必要な部分のみを残す。このようになれば、第4図(vi)に示すように必要な部分のみ X 線の吸収体である Au 26 の約 1000 μ の薄膜が存在し、他は X 線を吸収しない Cr 30 の約 1000 μ の薄膜とパリレン 24 のみを残しつつ Si の支持部分 23 により支えられた X 線用のレジストが製作される。

次に第5図にコリメートされたイオンビームによる露光用のマスクの一例を示す。

この第5図に示すマスクは、支持板 31、イオン吸収体 32、スペーサ 33 とて構成されている。その支持板 31には、通過するイオンビームの散乱をできるだけ小さくするような材料が用いられる。たとえば上下方向に結晶網を有する单結晶シリコン薄膜であり、これは上下方向からコリメートされたイオンビームを照射するととき、イオンビームの

入射方向と Si 支持板の結晶軸方向を一致させれば、チャネリングにより入射イオンビームの大部 分が通し、散乱されるイオンはきわめて少ないと利用している。別の例では、きわめて薄く、堅い材料の支持板が用いられる。たとえば、イオレンジングの型に張られた厚さ数 100 ～ 数 1000 μ の Al 60/40 の薄膜でイオンビームを通過するものである。前記支持板 31 の下部に、イオン吸収体 32 として、たとえば Au の薄膜が形成され、これにパターンが形成される。その方法は X 線用マスクと同様で PMMAなどのレジストの電子ビーム露光等による掩蔽と、それに伴うエッチングによる。

以上、X 線露光用マスクと、コリメートされたイオンビーム露光用のマスクについて述べた。これらのマスクにおいても、PMMA 等のレジストの露光、現像が必要であり、この工程中で実物により欠陥が発生することはまぬがれがない。

X 線露光、イオンビーム露光は、1 μ 以下のパターントに適用される予想されるが、これらのマスクにおいても欠陥が存在し、0.2 μ ないしそれ以

下の修正精度が要求される。これに対して、レーザ加工法による修正が通用できないことは前に述べたことからも明らかである。

本発明の目的は、前記従来技術の欠点をなくし、1 ～ 1.5 μ ないしは 1 μ 以下のパターントの I.C. を製作するためのフォトマスク、X 線露光用マスク、イオンビーム露光用のマスク等に発生するマスクの欠陥修正を、精度良くかつ十分に実用的な生産性をもつて行ないうるマスクの欠陥修正方法を提供するとともに、この方法を確実に実施しうる装置を提供するにある。

本発明の1番目の発明は、高輝度のイオン源からイオンビームを引出し、該イオンビームを電離粒子光学系により微小なスポットに集束し、試料であるマスクの熱点欠陥に照射し、該熱点欠陥を除去することを特徴とするもので、この構成によりマスクの欠陥修正を、精度良くかつ十分に実用的な生産性をもつて行ないうるようになれたものである。

また、本発明の2番目の発明は、1番目の発明

において、イオンビームの電荷によるスポットの乱れを防止しつつマスクの黒点欠陥に照射することを等値とするもので、この構成によりマスクの欠陥修正を、より一層簡便且行ないるようにならうとしたものである。

さらに、本発明の3番目の発明は、真空容器内に試料室を形成し、試料室にマスクを設置する試料台を設け、同真空容器内に試料室に對向させた液体金属イオン源または低温度で動作する電界電離型のイオン源等の高輝度のイオン源を設けるとともにIC、少なくとも、前記イオン源からイオンビームを引出す手段と、引出されたイオンビームをスポットに集束する荷電粒子光学系と、イオンビームの出力や安定性、スポット径、スポットの照射方向を制御し、マスクの黒点欠陥にスポットを照射させる手段とを設置したことを等値とするもので、この構成により前記1番目の発明を補完して実施できるようにならうものである。

そして、本発明の4番目の発明は、前記3番目の発明において、イオンビームの電荷によるスポットの乱れを防ぐ手段とを備え

特開昭58-56332(4)
フトの乱れを防ぐ手段を設けたことを等値とするもので、この構成により前記2番目の発明をも正確に実施できるようにならうものである。

以下、本発明を図面に基づいて説明する。

第6図に本発明に係るマスクの欠陥修正装置の一実施例を示す。

この第6図に示す装置は、架台37、真空容器を構成する機械39と試料室40、試料室40に連続された試料交換室41、真空排気系、試料であるマスクの試料台55、液体金属イオン源55、コントローラ(ペイプス)電源66、イオンビームの引出し電源67、アバーテア69、静電レンズ70、71、72、プランキング電源73、アバーテア74、偏向電極75、76、フライメント用電源77、コントロール電源83、偏向電極用電源82、プランキング電源用電源83、偏向電極用電源84、電極の制御装置85、試料室40内に挿入された2次荷電粒子検出器86、SIM(走査型イオン顕微鏡)鏡筒装置87、イオンビームの電荷によるスポットの乱れを防ぐ手段とを備え

ている。

前記架台37は、エアサポート38により防震措置が施されている。

前記試料室40および試料交換室41は、前記架台37の上に設置され、試料室40の上に機械39が設置されている。

前記試料室40と機械39とは、ゲートバルブ43で仕切られており、試料室40と試料交換室41とは、他のゲートバルブ43で仕切られている。

前記真空排気系は、オイルロータリポンプ47、オイルトラップ48、イオンポンピット49、ターゲット分子ポンプ50、バルブ51、52、53、54とを有して構成されている。この真空排気系と前記機械39、試料室40、試料交換室41とは真空パイプ44、45、46を介して接続され、これら機械39、試料室40、試料交換室41を 10^{-5} torr 以下の真空にしうるようになつていている。

前記試料台55は、回転導入端子61、62、63を介してX、Y、Z方向の移動マイクロメータ56、57、58が取付けられ、かつZ方向の移動リンク59

が設けられており、試料台55はこれら移動マイクロメータ56、57、58と移動リンク59とによりX、Y、Z方向の移動および水平面内における回転軸が調整されるようになつていている。

前記試料台55の上には、試料台55が設置され、試料台55の上に試料であるマスクが設置されるようになつてている。そして、試料台55は試料引出し具64により試料室40と試料交換室41間に移動するようになつており、試料交換室41にはゲートバルブ43が閉じ、試料台55を試料室40に引出し、ゲートバルブ43を閉じ、試料交換室41の扉を開け、試料を交換、戻し、扉を閉め、試料交換室41の予偏排気を行なつてからゲートバルブ43を開け、試料台55を試料室40に入れるようになつてている。なお、第6図において試料を符号60で示す。

前記液体金属イオン源55は、機械39の頭部に、試料室40に對峙して設けられている。この液体金属イオン源55の第7図に示すものは、絕縁体で作られたベース650、試ベース650 IC U型IC受け付けられたフライメント651、652、タンクステン等

で作られかつ両フィラメント 651, 652 の先端部間にスポット溶接等で取付けられた長いニードル 653、該ニードル 653 に取付けられたイオン源となる金属 654 とを有して構成されている。イオン源となる金属 654 としては、Ge, Ta, As, Bi, Sn, Cu 等が用いられる。また、前記フィラメント 651, 652 はその電圧 651', 652' を通じて第 6 図に示すように、高圧電源 82 に接続されたフィラメント用電源 77 に接続されている。

前記コントロール電源 66 は、液体金属イオン源 65 の下位に設置され、かつ高圧電源 82 に接続されたコントロール電源用電源 78 に接続されており、このコントロール電源 66 の設置位置に低い正負の電圧を印加し、イオンビームである電流を制御する。

前記イオンビームの引出し電極 67 は、コントロール電源 66 の下位に設置され、かつ高圧電源 82 に接続された引出し電源用電源 79 に接続されている。そして、前記液体金属イオノジ 65 のフィラメント 651, 652 に電圧を供給し、 10^{-5} torr 以下の真

特開昭58-56332(5)

空中において加熱溶解したうえで、引出し電極 67 に一枚 10 KV の負の電圧を印加すると、液体金属イオノジ 65 のニードル 653 の先端部の極めて狭い領域からイオンビームが引出される。なお、第 6 図中にイオンビームを符号 68 で示し、またスポットを符号 69 で示す。

前記アーチアーチ 66 は、引出し電極 67 の下位に設置されており、引出し電極 67 により引出されたイオンビームの中央部付近のみを取出すようになつてている。

前記静電レンズ 70, 71, 72 の組は、アーチアーチ 66 の下位に配列され、かつ高圧電源 82 に接続されたレンズ用電源 80, 81 に接続されている。これら 6 静電レンズ 70, 71, 72 は、アーチアーチ 66 により取出されたイオンビームを収束するようになつている。

前記プランシング電極 73 は、静電レンズ 72 の下位に設置され、かつ制御装置 65 に接続されたプランシング電源用電源 83 に接続されている。このプランシング電極 73 は、極めて速い速度でイオンビ

ームを試料に向かう方向と直交する方向に走査させ、プランシング電極 73 の下位に設置されたアーチアーチ 74 の外へはずし、試料へのイオンビームの照射を高速で停止させるようになつていている。

前記アーチアーチ 74 は、イオンビームのスポットを試料面上に投射縮小させようになつていている。前記偏光電極 75, 76 の組は、アーチアーチ 74 の下位に設置され、かつ制御装置 65 に接続された偏光電源用電源 84 に接続されている。この偏光電極 75, 76 は、前記静電レンズ 70, 71, 72 に集束されたイオンビームのスポットを X, Y 方向に偏光させ、試料の焦点欠損に補正せようになつていている。

前記液体金属イオノジ 65 のフィラメント用電源 77, コントロール電源用電源 78, イオンビームの引出し電源用電源 79, レンズ用電源 80, 81 に電圧を印加する高圧電源 82 には、数 10 KV のものが使用される。

前記制御装置 65 は、プランシング電源用電源 83 および偏光電源用電源 84 を通じて、プランシング電極 73 および偏光電極 75, 76 を一定のパターンに

したがつて作動するよう制御する。

前記 2 次荷電粒子検出器 88 は、試料室 40 内において試料に向かって設置され、試料にイオンビームのスポットが照射されたとき、試料から出る 2 次電子または 2 次イオンを受止め、その強度を電気的強度に変換し、その信号を SIM 装置 87 に送るようになつていて。

以下省略

前記 SIM 組合装置 87 は、プラウン管 88 を備えている。そして、SIM 組合装置 87 は偏光電極用電源 84 からイオンビームの X、Y 方向の偏光量に適する信号を受け、これと同期させてプラウン管 88 の輝点を走査し、かつその輝点の輝度を前記 2 次荷電粒子検出器 86 から送られてくる電流強度の信号に応じて変化させることにより試料の各点における 2 次電子放出能に応じた試料の像が得られる。SIM、すなわち走査用イオン顕微鏡の機能により、試料面の拡大表示を行なうようになつていている。

前記イオンビームの電荷によるスポットの乱れを防ぐ手段即ち、偏光電極 76 と試料間に設置されている。このスポットの乱れを防ぐ手段 89 の第 8 図に示すものは、イオンビームの通過方向と交差する方向に電子レタクタ 890、891 を対向配置しており、各電子レタクタ 890、891 はカブ型の本体 892、その内部に設けられたフライメント 893、本体 892 の開口部に設けられた格子状の引出し電極 894 を有して構成されている。そして、各電

子レタクタ 890、891 はフライメント 893 から引出し電極 894 により 100V 程度の加速電圧で電子流 895 を引出し、該電子流 895 をイオンビームの通過する空間に放出し、イオンビームに負電荷を与えて中和するようになっている。この第 8 図中、符号 68 はイオンビーム、75、76 は偏光電極、90 は試料を示す。

次に、第 6 図ないし第 9 図(1)～(4)に順次して前記実施例の欠陥修正装置の作用とともに本発明の欠陥修正方法の一実施形態を説明する。

黑点欠陥をもつたマスク、すなわち試料 90 を試料交換室 41 内において試料台 80 の上に載置し、ついで試料交換室 41 を密閉し、真空排気系により予備排気を行なつた後、試料引出し具 64 を介して試料室 40 に入れ、試料台 80 の上に載置する。

ついで、真空排気系により鏡筒 39 と試料室 40 内を 10^{-4} torr 程度に真空引きし、その真空状態を保つ。

次に、高圧電源 82 および別途電源 85 を作動させ、京体金属イオン源 65 のフライメント用電源 77、コントロール電極用電源 78、イオンビームの引出し

電源 79、偏光電極用電源 84 を通じて、京体金属イオン源 65 のフライメント 651、652 の電極 651'、652'、コントロール電極 66、イオンビームの引出し電極 67、静電レンズ 70、71、72、偏光電極 75、76 にそれぞれ電圧を印加する。

そして、当初はコントロール電極 66 と引出し電極 67 とにより京体金属イオン源 65 のニードル 653 を通じてイオン源となる金属 654 から数 KV 以下の低い加速電圧のイオンビーム 68 を引出し、そのスポット 68' により試料 90 を走査するとともに、移動マイクロメータ 56、57、58 および Z 方向移動リンク 59 を介して試料台 80 を X、Y、Z 方向および Z 方向に移動させ、偏光電極用電源 84 からの信号と 2 次荷電粒子検出器からの信号とにより SIM 組合装置 87 のプラウン管 88 に試料表面を拡大表示し、試料中の黒点欠陥を観察する。

そして、前記移動マイクロメータ 56、57、58 および Z 方向移動リンク 59 を作動させ、第 9 図(1)に示すパターン 91 に付随している黒点欠陥 92、第 9 図(2)に示すようにアーチア 74 の投影結果範囲

図 93 に合致させる。

ついで、イオンビームの引出し電極 67 に數 10 KV の負の電圧を印加し、京体金属イオン源 65 のニードル 653 の先端部の極く狭い領域からイオンビーム 68 を引出し、コントロール電極 66 により低い正の電圧を印加して電流を抑制し、前記イオンビーム 68 をアーチア 74 により中央部付近のみを取出し、静電レンズ 70、71、72 により収束し、偏光電極 75、76 により X 方向および Y 方向に偏光させつつ試料 90 中の黒点欠陥 92 にイオンビーム 68 のスポット 68' を照射する。

そして、黒点欠陥 92 を修正するに際し、第 9 図(3)に示すように、アーチア 74 の投影結果範囲 93 の Y 方向の 1 列目の照射位置 y_1 ににおける X 方向の始点 x_1 にスポット 68' が位置するようにセッティングし、ついでスポット 68' を 1 列目の照射位置 y_1 において X 方向に走査させ、X 方向の終点 x_m に到達した時点でブランディング電極 73 を作動させ、スポット 68' をアーチア 74 からはずして試料 90 に照射されないようにし、スポット 68' を終点 x_m から始点

x_1 に突し、 y 方向に dy 移動させ、1列目の照射位置 y_1 から y 方向の2列目の照射位置 y_2 に移し、この位置からスポット 60° を再び x 方向に走査させ、以後 x 方向の最後列の照射位置 y_n におけるスポット 60° の照射終了まで前述の動作を繰返して行なうことによって図9(2)(4)に示すように、焦点欠陥を除去することができる。

ところで、本発明において対象とするマスクの焦点欠陥および焦点欠陥を緩和しているバーティンは金属ないし金属化合物であり、各々が分離しており、アースされていない。したがつて、電荷をもつたイオンビームが入射することによりバーティンに電荷が蓄積し、後から入射するイオンビームの行路に影響を与える。すなわち、イオンビームのスポットが大きくなったり、走査せたときに軌道がそれたり、あるいは投影像が歪められたりして良好な加工が防げられる。

そこで、イオンビームの電荷によるスポットの乱れを防ぐ手段即ち電子レザイ 890 、 891 からイ

特開昭58-56332(7)

オノビーム 68 に向つて電子波 895 を放出し、イオンビーム 68 に負電荷を与えて中和する。その結果、空間電荷効果によるイオンビーム 68 の拡がり、スポット 60° を走査させたときの軌道のずれ、あるいはアーチア 74 の後の像形の乱れを防止できるので、より一層焦点欠陥の校正精度を向上させることができる。

以上の工程を経て加工校正したマスクを取出すときは、偏心 39 と試料室 40 間に設けられたゲートバルブ 42 を閉じ、試料室 40 と試料交換室 41 間に設けられたゲートバルブ 43 を開け、試料引出し具 64 により試料台 60 を試料交換室 41 に引出し、ゲートバルブ 43 を閉じ、試料交換室 41 の扉を開け、前記加工校正したマスクを取り出し、後工程に付送する。

実際焦点欠陥を除去した条件を示すと、走査 600 点の Cr マスクの焦点欠陥に対し、 G_0 の液体金属イオン源から加速電圧 $45KV$ で引出し、静電レンズにより $0.2\mu m$ に収り、かつ偏向電源により $20\mu m$ の速度でイオンビームのスポットを走査して良好な加工結果を得た。

次に、本発明の異なる色々な実施例について説明する。

まず、真空排気系は前記第6図に示すものに限らず、オイルロータリーポンプとディフュージョンポンプとオイルリトラップとを組合せて構成してもよく、またオイルロータリーポンプとクライオポンプとイオンポンプとチタンポンプとを組合せて構成してもよい。

また、イオン源は第6図および第7図に示す液体金属イオン源 65 に限らず、 $10^{-4} terr$ 以下の高真空中で動作する極低圧の電界電離型のイオン源を用いることも可能である。

第10図に前記板底面の電界電離型のイオン源を示す。この第10図に示されるものは、ガス送出用孔 656 を有する支持部 655 、該支持部 655 に設けられた金属製のニードル 657 、サファイア等の絶縁体 659 により支持部 655 に対して電気的に絶縁された引出し電極 658 とを備えている。前記支持部 655 は、液体ヘリウムの冷凍器で接続され、支持部 655 とニードル 657 とは前記冷凍器により被

体ヘリウム温度にまで冷却されている。この支持部 655 に設けられた孔 656 から希ガス、 H_2 ガス等のイオン化用ガス 650 が送込まれ、そのガス原子はニードル 657 の表面に吸着され、高い密度を有するようになる。そして、引出し電極 658 に電圧が印加されるに伴い、その高電圧によりガス原子がニードル 657 の先端部の極めて狭い領域から電離離し、イオンビーム 661 として引出される。この極低圧の電界電離型のイオン源は、通常の温度による電界電離型のイオン源に比べてガス原子のニードル先端近辺での吸着密度が極めて高いため、高輝度のイオン源となる。

さらに、イオンビームを集束する荷電粒子光学系は、第6図に示す3枚1組の静電レンズ 70 、 71 、 72 に限らず、アイソツエルレンズを用いることも可能であり、またレンズの枚数も3枚に限らない。

また、荷電粒子光学系のレンズとプランクシング電極とアーチア 74 と偏向電極との距離順序は第6図に示す順序に限らず、様々に変えることができ

特開昭58-56332(8)

第11図(1), (2), (3), (4)に荷電粒子光学系のレンズとアーチアとの色々な実施例を示す。

その第11図(1)に示すものは、イオン源680の下位にアーチア681を設置し、その下位にレンズ700, 701, 702の組を設置しており、アーチア681から出た像をレンズ700, 701, 702により試料90の上に結像投影するようにしている。

また、第11図(2)に示すものはイオン源680の下位に1段目のレンズ703, 704, 705の組と、2段目のレンズ706, 707の組とを間隔を置いて配置し、これら1段目のレンズ703, 704, 705の組と2段目のレンズ706, 707の組間にアーチア682を設置している。そして、イオン源680から出たイオンビームを1段目のレンズ703, 704, 705により平行ビームに変え、アーチア682により平行ビームの中央部付近を取り出し、その像を2段目のレンズ706, 707により試料90の上に結像投影するようにしている。この第11図(2)に示すものは、第11図(3)に示すものに比べてイオンビームのより多くの部分を試料の照射に用いることができる。

できる。

次に、第11図(3), (4)に示すものはイオン源680の下位にズームレンズである1段目のレンズ708, 709, 710の組を配置し、その下位に開口部の寸法可変のアーチア683を設置し、さらにその下位に2段目のレンズ711, 712, 713の組を配置している。そして、第11図(4)ではアーチア683の開口部の寸法を狭く拘束し、イオンビームをズームレンズである1段目のレンズ708, 709, 710によりアーチア683の開口部の寸法よりもやや大き目の寸法に絞り込み、アーチア683から出た像を2段目のレンズ711, 712, 713により試料90の上に寸法をもつて投影させている。ついで、第11図(4)ではアーチア683の開口部を第11図(3)の寸法よりも広い寸法により構成し、イオンビームを1段目のレンズ708, 709, 710で前記寸法よりもやや大き目の寸法に絞り、2段目のレンズ711, 712, 713により試料90の上に寸法を投影するようにしている。これら第11図(3), (4)に示す構成によればイオンビームのさら

に多くの部分を試料90の上に照射させることができる。

なお、アーチアの開口部は、円形、多角形等、任意の形状に形成してもよいが、四角形でかつ寸法可変のものが最も使いやすい。

第12図(1), (2)、第13図(1), (2), (3)、第14図(1), (2), (3)、第15図に開口部の寸法を可変としたアーチアと、これの使用方法と、黒点欠陥とアーチアの開口部との位置および寸法合わせに使用する装置を示す。

その第12図(1), (2)に示すアーチアは、水平面内のX方向に配置された第1, 第2のスライドブレート685, 686、Y方向に配置された第3, 第4のスライドブレート687, 688、真空容器の壁684に外部から操作しようするに取付けられかつ第1, 第2, 第3, 第4のスライドブレート685, 686, 687, 688にそれぞれ連結されたマイクロメータ式の第1, 第2, 第3, 第4の微動送り手段689, 690, 691, 692とを備えている。前記第1, 第2のスライドブレート685, 686の対向

面と、第3, 第4のスライドブレート687, 688の対向面とは刃型に形成されている。また、第1, 第2のスライドブレート685, 686と第3, 第4のスライドブレート687, 688とは接続面693を介してパック。トウ・パックに配置されている。このアーチアでは、第1, 第2の微動送り手段689, 690を操作することによって、第1, 第2のスライドブレート685, 686がX方向に移動するので、開口部のX方向の寸法および位置を微動調整でき、第3, 第4の微動送り手段691, 692を操作することによって第3, 第4のスライドブレート687, 688がY方向に移動するので、開口部のY方向の寸法および位置を微動調整することができる。

第13図(1), (2), (3)は、接合わせのパターン間の間隔が狭い所に付着した黒点欠陥を除去する場合に、前記第12図(1), (2)を適用した使用例を示す。すなわち、第13図(1)に示すように、接合わせのパターン94に付着された黒点欠陥96の位置および寸法に合わせて第12図(1), (2)に示すアーチアの第

1、第2、第3、第4のスライドプレート 685、
686、687、688を移動させ、調節されたアーバーチアの開口部により第13回(2)に示すように、黒点欠陥96を投影結像範囲である矩形の枠694で囲み、この枠694内で前記第9回(3)に示す要領でスポットを走査させ、黒点欠陥96を除去し、第13回(3)に示すようにパターン94を修正する。

次に、第14回(1)、(2)、(3)は、パターン97、98のうちの、パターン97に大きな黒点欠陥98が付着している場合に、第12回(1)、(2)に示す開口部の寸法可変のアーバーチアを使用する例を示すもので、大きな黒点欠陥98の位置および寸法に合わせて矩形の枠695を形成しうるようにする外は、前記第12回(1)、(2)、(3)に示すものと同様である。

さらに、第15回はパターンの黒点欠陥と開口部の寸法可変のアーバーチアの開口部との位置および寸法合わせてTVモニタを使用する装置を示す。この回に示す装置は、電子ライン発生ユニット696とTVモニタ697とを備えている。そして、この装置では前記第12回に示す開口部の寸法可変

のアーバーチアの、第1、第2、第3、第4の駆動送り手段689、690、691、692にボテンショメータ等を連結させ、これから信号698を電子ライン発生ユニット696に入れ、この電子ライン発生ユニット696からTVモニタ697に前記アーバーチアの第1、第2、第3、第4のスライドプレート685、686、687、688の位置の信号699を送り、この信号に基づき、TVモニタ697にX方向の位置を X_1, X_2 の電子ラインで示し、Y方向の位置を Y_1, Y_2 の電子ラインで表示する。したがつて、この装置を使用することにより、黒点欠陥の位置および寸法に合わせてアーバーチアの開口部を正確にかつ容易に調整することができる。

前記アーバーチアの投影結像範囲の調整は、第12回(1)、(2)に示す機械的に行なうものに限らず、デフレクタ電源で行なうようにしてもよい。

また、本発明では前記イオンビームの電離用電源79、レンズ用電源79、80に代えて、分割遮蔽器を用いる場合もある。

進んで、第16回、第17回(1)、(2)、第18回はオオ

シビームの電荷によるスポットの乱れを防ぐ手段における第8回に示すものに対して異なる実施例を示す。

その第16回に示す手段は、電子シヤワ896、897を試料90の表面に向けて設置し、電子ビーム898を試料90の表面に照射し、イオンビームの照射による試料90の電荷蓄積を防止しうるようになつてゐる外は、第8回に示すものと同様である。

次に第17回(1)、(2)に示す手段は、X、Y、Z方向に移動しうるアーム898とこれに取付けられたプローブ899とを備え、アーム898をアースしている。そして、プローブ899を黒点欠陥101を有するパターン100に基づかせて使用し、試料90にイオンビーム88が照射されたとき、その電荷がパターン100、プローブ899およびアーム898を通じてアースへと流れるようにしている。その結果、試料90への電荷の蓄積を防止することができる。

さらに、第18回に示す手段は、試料台の上にマスク基板901を設置し、マスク基板901の全面に塗布して薄く金属または Ta_2O_5, SnO_2 などの導電

性化合物の薄膜903を蒸着し、導電材製のタランバ904で固定する。これにより、試料であるマスクの光やX線、イオンビームに対する透過率を全く変えられることなく、パターン902からの電荷を導電材製のタランバ904および試料台60を通じてアースへ流すことができ、したがつてイオンビームを照射したときの電荷の蓄積を防止することができる。

本発明は、以下説明した構成、作用のもので、本発明の1番目の発明によれば、高精度のイオンビームからイオンビームを引出し、該イオンビームを荷電粒子光学系により微小なスポットに集束し、試料であるマスクの黒点欠陥に照射し、該黒点欠陥を除去するようにしているので、1~1.5pAないし1pA以下のパターンICを製作するためのフォトマスク、又は基板用マスク、イオンビーム露光用のマスク等に発生する黒点欠陥を高精度で修正できる効果があり、十分に実用的な生産性をもつて修正できる効果もある。

また、本発明の2番目の発明によれば、1番目

の発明において、イオンビームの電荷によるスポットの乱れを防止しつつマスクの黒点欠陥に照射するようにしており、より一層高精度に修正ができる効果がある。

さらに、本発明の3番目の発明によれば、真空容器内に試料室を形成し、該試料室にマスクを設置する載物台を設け、同真空容器内に試料室に対応させて液体金属イオン源または極低温で動作する電界電離型のイオン源等の高輝度のイオン源を設けるとともに、少なくとも、前記イオン源からイオンビームを引出す手段と、引出されたイオンビームをスポットにて束素する荷電粒子光学系と、イオンビームの出力や安定性、スポット径、スポットの照射方向を制御し、マスクの黒点欠陥にスポットを照射させる手段とを設置した構成としているので、前記1番目の発明を複数に実施できる効果がある。

また、本発明の4番目の発明によれば、前記3番目の発明において、イオンビームの電荷によるスポットの乱れを防ぐ手段を設けていているので、前

特開昭58-56332(10)

記2番目の発明を複数に実施できる効果がある。
図面の簡単な説明

第1図はガラス基板上にクロム金属等を蒸着したフォトマスクの断面図、第2図はフォトマスクの平面図であつてマスクに発生する黒点欠陥と白点欠陥を示す図、第3図はレーザ加工を用いた従来のマスクの欠陥修正装置を示す図、第4図(1), (2), (3), (4), (5)はX線用のマスクの製作工程とその製品の一例を示す図、第5図はイオンビーム曝光用のマスクの一例を示す断面図、第6図は本発明のマスク欠陥修正方法を実施する装置の一実施例を示すプロセス図、第7図は第6図に示す装置中の液体金属イオン源の一実施例を示す拡大断面図、第8図はイオンビームの電荷によるスポットの乱れを防ぐ手段の一実施例を示す拡大断面図、第9図(1), (2), (3), (4)は第6図に示す装置を使用して行なう本発明の実施態様を示す図、第10図はイオン源の異なる実施例を示すもので、偏振板の電界電離型イオン源の拡大断面図、第11図(1), (2), (3), (4)は荷電粒子光学系のレンズと、イオンビーム

ムを試料の上に投影結像させるアーチナとの組合せの異なる色々な実施例を示す図、第12図(1)および(2)は開口部の寸法可変のアーチナの拡大断面図および平面図、第13図(1), (2), (3)および第14図(1), (2), (3)は開口部の寸法可変のアーチナを使用して行なう欠陥修正工程を示す図、第15図は黒点欠陥の位置をおよび寸法可変のアーチナの開口部との位置および寸法合わせの状態を表示する装置のプロトタイプ、第16図はイオンビームの電荷によるスポットの乱れを防ぐ手段の第8図に対して異なる実施例を示す断面図、第17図(1)および(2)は前記手段の他の実施例を示す正面図および平面図、第18図は前記手段の別の実施例の断面図である。

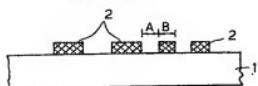
37…箱体、38…鏡筒、40…試料室、41…試料交換室、42…54…真空排気室の構成部材、55…載物台、56, 57, 58…X, Y, Z方向の移動マイクロメータ、59…Z方向移動リング、60…試料台、液体金属イオン源、650～654…液体金属イオン源の構成部材、655～659…極低温で動作する電界

電離型のイオン源の構成部材、66…コントロール電極、67…イオンビームの引出し電極、68, 74, 681, 682, 683…アーチナ、685～692…開口部の寸法可変のアーチナの構成部材、68…イオンビーム、69…イオンビームのスポット、70～72…荷電粒子光学系の静電レンズ、700～713…レンズ、73…ブランкиング電極、75, 76…偏光電極、77～84…各電極用の電源、85…制御装置、87…2次荷電粒子検出器、89…イオンビームの電荷によるスポットの乱れを防ぐ手段、890～904…同手段を構成する部材、90…試料、91, 94, 95, 97, 98, 100…パターン、92, 96, 99, 101…黒点欠陥。

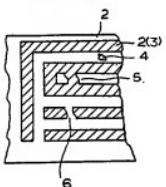
代理人弁理士 秋本正美

特開昭58-56332(11)

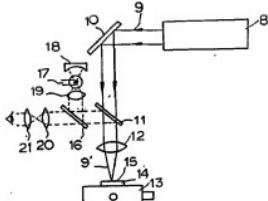
第1図



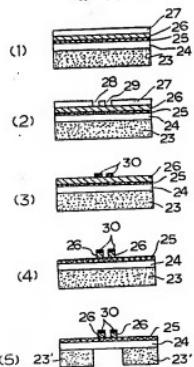
第2図



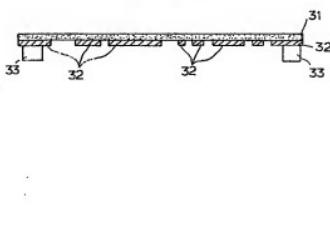
第3図



第4図

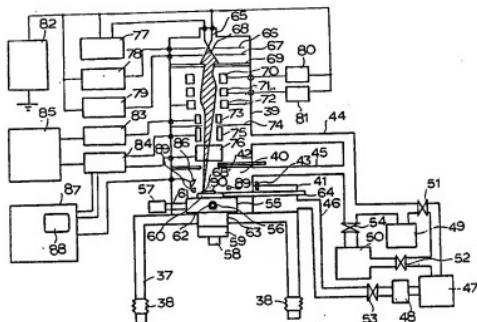


第5図

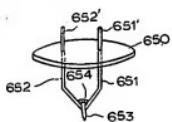


特開昭58-56332 (12)

第6回

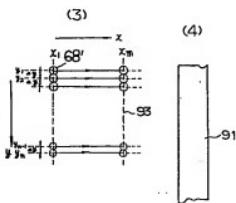
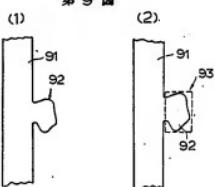


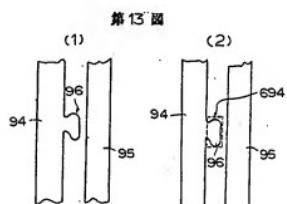
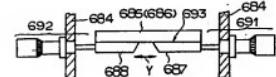
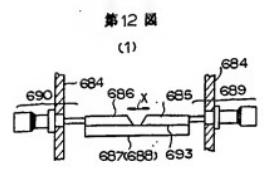
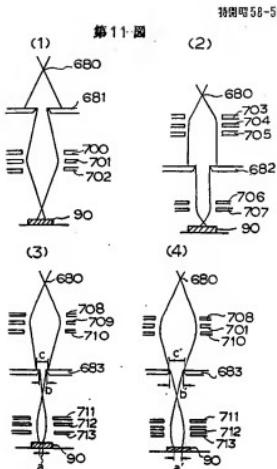
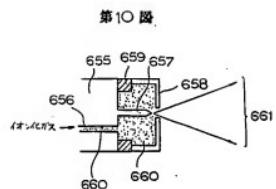
第7圖



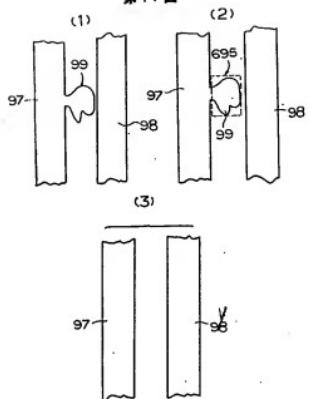
第8版

第9回

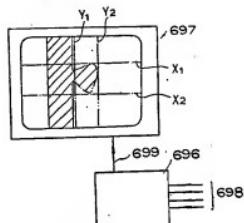




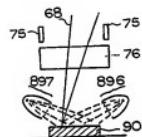
第14図



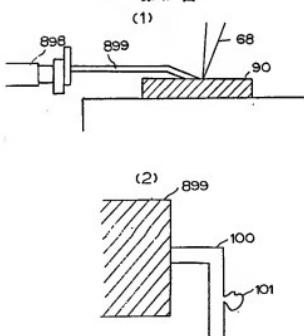
第15図



第16図



第17図



第18図

